



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenl gungsschrift**  
10 **DE 199 41 481 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**B 60 T 13/66**  
B 60 T 13/74

21 Aktenzeichen: 199 41 481.5  
22 Anmeldetag: 1. 9. 1999  
43 Offenlegungstag: 15. 3. 2001

DE 199 41 481 A 1

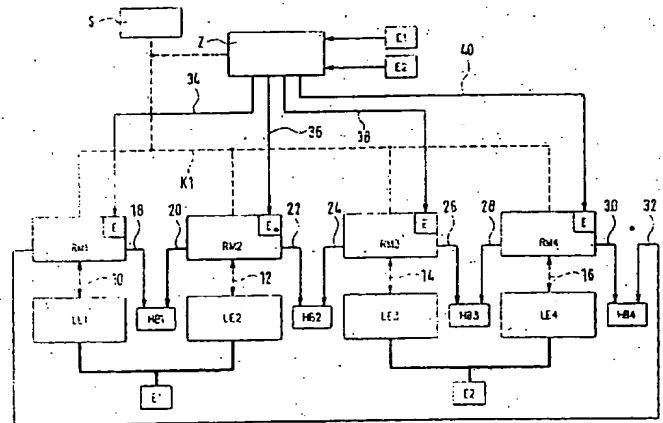
71 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Heckmann, Hans, 76227 Karlsruhe, DE; Weiberle,  
Reinhard, 71665 Vaihingen, DE; Kesch, Bernd,  
71706 Markgröningen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Elektrisch gesteuertes, dezentrales Steuersystem in einem Fahrzeug

57 Es wird ein elektrisch gesteuertes, dezentrales Steuer-  
system in einem Fahrzeug vorgeschlagen, welches we-  
nigstens zwei voneinander unabhängige Energiequellen  
und wenigstens zwei Steuereinheiten aufweist. Ferner  
sind jeder Steuereinheit wenigstens ein Hochstromver-  
braucher zugeordnet. Der Hochstromverbraucher ist da-  
bei fest einer der Energiequellen zugeordnet, während die  
Steuereinheiten wahlweise an die eine oder andere Ener-  
giequelle schaltbar sind.



DE 199 41 481 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein elektrisch gesteuertes, dezentrales Steuersystem in einem Fahrzeug, z. B. ein Bremssystem.

Bei derartigen Steuersystemen, die in der Regel nicht mit einem mechanischen, hydraulischen oder pneumatischen back-up-System ausgestattet sind, welches im Fehlerfall die Funktion des Steuersystems sicherstellt, ist besonderes Augenmerk auf die Verfügbarkeit auch im Fehlerfall zu legen. Ein Beispiel für ein elektrisch gesteuertes, dezentrales Bremssystem, welches die gestellten Forderungen zufriedenstellend erfüllt, ist aus der DE 196 34 567 A1 (GB 2 316 726 B) bekannt. Dieses bekannte Bremssystem für ein Kraftfahrzeug (brake-by-wire) ist dezentral aufgebaut und besteht aus verschiedenen Steuermodulen, wenigstens einem Steuermodul zur Ermittlung des Fahrerbremswunsches und einzelnen Fahrzeugrädern zugeordneten Steuermodulen zur Bremskrafteinstellung. Ferner sind zur Sicherstellung der Energieversorgung zwei voneinander unabhängige Energiequellen bzw. Bordnetze vorgesehen. Um auch bei Ausfall eines dieser Energiequellen bzw. Bordnetzen die zumindest teilweise Funktionsfähigkeit des Steuersystems gewährleisten, ist vorgesehen, das zentrale Steuermodul zur Ermittlung des Fahrerwunsches aus beiden Energiequellen zu versorgen, die Steuermodule zur Bremskrafteinstellung entweder der einen oder anderen Energiequelle zuzuordnen, wobei diese Zuordnung derart erfolgt, daß bei Ausfall der einen Energiequelle zumindest ein Teil der Radbremsen betätigbar bleibt. Die Zuordnung der Energiequellen zu den einzelnen Elementen ist dabei fest, wobei die Zuordnung der Hochstromverbraucher (z. B. Aktuatoren der Radbremsen) zu den Energiequellen nicht angesprochen ist.

Eine Lösung für die zuletzt genannte Problemstellung ist der DE 195 37 464 A1 zu entnehmen. Auch dort wird ein dezentrales Bremssystem vorgeschlagen, bei welchem wenigstens zwei voneinander unabhängige Energiequellen vorgesehen sind. Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit des Bremssystems bei Ausfall einer dieser Energiequellen ist vorgesehen, eine erste Gruppe von Radbremsaktuatoren der ersten Energiequelle und eine zweite Gruppe von Radbremsaktuatoren der zweiten Energiequelle zuzuordnen. Auch hier wird eine feste Verdrahtung der Energiequellen zu den zu versorgenden Elementen vorgenommen.

Die aus dem Stand der Technik bekannte feste Verdrahtung zur Energieverteilung schränkt die Flexibilität des Systems ein, insbesondere bei Ausfall einer Energiequelle.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Verteilung der Energie in einem elektrisch gesteuerten, dezentralen Steuersystem in einem Fahrzeug zu verbessern.

Dies wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche erreicht.

## Vorteile der Erfindung

Es wird eine Trennung zwischen der Energieversorgung der Hochstromverbraucher (Aktuatoren und Leistungsstufen) und den Steuereinheiten vorgenommen, wobei in vorteilhafter Weise eine Entkopplung der Steuereinheiten von leitungsgebundenen Störungen und Spannungsabfällen auf der Energieleitung, die durch die Leistungselektronik der Hochstromverbraucher verursacht werden, stattfindet.

In vorteilhafter Weise ist eine feste Verdrahtung der Hochstromverbraucher vorgesehen, während die Steuereinheiten und Niedrigstromverbraucher (z. B. Haltebremse) über ein zentrales Schaltelement geschaltet werden. Dieses

zentrale Schaltelement ist mit beiden Energiequellen verbunden, so daß in vorteilhafter Weise bei Ausfall einer der Energiequellen eine Umschaltung der Energieversorgung der Steuereinheiten auf einen anderen Energiekreis ermöglicht ist. Dadurch wird eine Energieredundanz bereitgestellt, die Verfügbarkeit erhöht und die Flexibilität erweitert.

In vorteilhafter Weise bleibt durch die Trennung der Energieversorgung der Hochstromverbraucher und der Steuereinheiten bzw. der Niedrigstromverbraucher bei Ausfall der Leistungseinheit oder eines angeschlossenen Energiepfades die Steuereinheit voll funktionsfähig. Sie kann daher zur weiteren Auswertung von Sensorsignalen benutzt werden, für die Überwachung des Gesamtsystems und/oder für die Ansteuerung oder Energieversorgung von Niedrigstromverbrauchern, beispielsweise einer Haltebremse.

In vorteilhafter Weise wird durch die nachfolgend beschriebene Energieverteilung eine Trennung jedes einzelnen Elements von der Energieversorgung erlaubt, wenn dieses Element fehlerhafte Zustände aufweist bzw. verursacht.

Bei einem Bremssystem muß eine Haltebremse bei Ausfall einer der Energiekreise weiterhin betätigt werden können. Dies ist bei einem Bremssystem notwendig, um einen angespannten Aktuator zu lösen.

Besonders vorteilhaft ist, daß eine rechnergesteuerte Ein- und/oder Ausschaltstrategie des Gesamtsystems vorgesehen werden kann, die einfach zu implementieren ist. Dabei wird z. B. ein Nachlauf eingerichtet, um die Durchführung von Funktionen wie Lüftspieeleinstellung, Datensicherung, etc. bis zum endgültigen Ausschalten zu erlauben. Beim Einschalten erlaubt ein, die Energieversorgung zuschaltendes zentrales Schaltelement, ein zeitsynchrones, kontrolliertes Einschalten der Steuereinheiten.

In vorteilhafter Weise wird diese Energieverteilung nicht nur bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines dezentralen Bremssystems, sondern auch bei anderen dezentralen Steuersystemen im Bereich der Fahrzeugtechnik, wie Lenksysteme und Antriebssysteme, beispielsweise mit mehreren Elektromotoren oder bei Brennkraftmaschinen mit wenigstens zwei unabhängigen Zylinderbänken, etc. eingesetzt.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

## Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig. 1 und 2 zeigen Ausführungsbeispiele eines elektrisch gesteuerten dezentralen Bremssystems, an welchen die erfindungsgemäße Energieverteilung in zwei Ausführungsformen dargestellt ist.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Die erfindungsgemäße Energieverteilung eines dezentralen Steuersystems ist nachfolgend anhand eines elektrisch gesteuerten, dezentralen Bremssystems dargestellt, insbesondere bei einem Bremssystem mit elektromotorischer Zuspaltung der Radbremsen, bei welchen als Bremsaktuatoren Elektromotoren eingesetzt werden. In entsprechender Weise ist, wobei die dargestellten Vorteile erreicht werden, die erfindungsgemäße Energieverteilung auch bei anderen dezentralen Steuersystemen, beispielsweise bei Lenksystemen oder Antriebssystemen, bei welchem Hochstromverbraucher als Stellelemente eingesetzt werden (Elektromotoren an mehreren Fahrzeugrädern als Antriebsaggregate, Stellmotoren bei einer Brennkraftmaschine mit wenigstens zwei unabhängigen Zylinderbänken). Die dargestellte Ener-

gieverteilung wird auch bei dezentralen Bremssystemen eingesetzt, bei welchem hydraulische oder pneumatische Aktuatoren eingesetzt werden, die über Ventile betätigt werden, wobei pneumatische oder hydraulische back-up-Systeme vorgesehen sein können. Auch bei dezentralen Hybridsystemen, bei denen beispielsweise an einer ersten Achse Aktuatoren mit elektromotorischer Zuspannung an einer anderen Achse elektrohydraulische Aktuatoren mit oder ohne hydraulischen back-up-Kreis eingesetzt werden, ist die dargestellte Energieverteilung anzuwenden.

Das Steuersystem, für welches nachfolgend die Energieversorgung beschrieben wird, besteht aus mehreren Steuereinheiten mit den dazugehörigen Leistungsendstufen, an denen Hochstromverbraucher angeschlossen sind. Die Steuereinheiten brauchen im allgemeinen kleine Ströme bis zu einigen Ampere, während die an die Leistungsendstufen angeschlossenen Hochstromverbraucher unter Umständen über 100 Ampere Strom benötigen können. Da die Leistungsendstufen und die Steuereinheiten nicht in einem Gehäuse untergebracht sein müssen, sondern getrennt werden können, ist Basis der Energieversorgung eine Trennung der Energieversorgung für die Hochstromverbraucher und für die Steuereinheiten.

Das in Fig. 1 dargestellte elektromechanische Bremssystem eines Kraftfahrzeugs ist ein typisches Beispiel für ein dezentrales Steuersystem. Im dargestellten Beispiel besteht dieses Steuersystem aus vier Steuereinheiten (Radmodule RM1 bis RM4) und diesen zugeordneten vier Leistungsendstufen (LE1 bis LE4), mit denen vier elektrische Aktuatoren zum Zu- und Aufspannen der zugeordneten Radbremse betrieben werden. Jedes Paar aus Radmodul und Leistungsendstufe betätigt dabei eine Radbremse. Die Radmodule und die Leistungsendstufe sind über elektrische Steuer- und Datenleitungen 10 bis 16 miteinander verbunden, wobei auch Rückmeldungen aus den Leistungsendstufen zu den Radmodulen über diese Leitungsverbindung übertragen werden. Die elektrischen Aktuatoren, die in Fig. 1 nicht dargestellt sind, sind Hochstromverbraucher und werden über Leistungsschalter (z. B. Vollbrückenendstufen) angesteuert. Um die Aktuatoren bei statischen Bremskräften thermisch und das Bordnetz energetisch zu entlasten, sind in jeder Radbremse Haltebremsen (HB1 bis HB4) eingebaut. Die vom Aktuator ausgeübte Bremskraft wird dann von der Haltebremse aufrechterhalten, ohne daß eine ständige Ansteuerung des Aktuators notwendig ist. Diese Haltebremsen sind so dimensioniert, daß sie nicht zu den Hochstromverbrauchern zählen, d. h. daß sie bereits mit geringeren Strömen geschlossen bzw. geöffnet werden. Eine derartige Haltebremse ist für jeden Bremsaktor vorgesehen. Dabei wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel die Haltebremse eines Aktuators aus der den Aktuator steuernden Steuereinheit sowie einer weiteren Steuereinheit mit Energie versorgt. So führen in Fig. 1 Energieleitungen 18 und 20 von den Radmodulen RM1 und RM2 zur Haltebremse HB1 des ersten Bremsaktuators, Leitungen 22 und 24 von den Radmodulen RM2 und RM3 zur Haltebremse HB2, Leitungen 26 und 28 von den Radmodulen RM3 und RM4 zur Haltebremse HB3 und Leitungen 30 und 32 von den Radmodulen RM4 und RM1 zur Haltebremse HB4. Betätigt werden die Haltebremsen vom jeweils dem Aktuator zugeordneten Radmodul. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß die Haltebremse bei Bestromen geschlossen oder geöffnet wird, bei Nichtbestromen in dem letzten Zustand verharrt. Es ist sichergestellt, daß auch bei Ausfall eines Energiekreises durch die nachfolgend beschriebene Umschaltung ein Lösen der Bremsen ermöglicht wird.

Bei dem gezeigten Steuersystem handelt es sich um eine Fremdkraftbremse, so daß die vom Gesetzgeber geforderten

zwei unabhängigen Energiequellen vorhanden sein müssen, damit bei Ausfall eines Energiekreises kein Totalausfall der Radbremse nachfolgt. Eine diese Norm erfüllende Energieverteilung bei einem derartigen System wird nachfolgend dargestellt.

Die Steuereinheiten RM1 bis RM4 sind über ein Kommunikationssystem K1 miteinander zum Datenaustausch verbunden. Ferner führt das Kommunikationssystem zu einem Zentralmodul Z, und zu einer Schnittstelle S, welche die Kommunikation mit anderen Steuersystemen aufrechterhält. Über diese Schnittstelle empfangen die Elemente des Bremssystems Daten von anderen Steuersystemen, beispielsweise der Antriebseinheit, etc. bzw. geben Daten an diese anderen Steuersysteme ab. Über diese Schnittstelle oder vom Zentralmodul Z oder von den Radmodulen selbst wird wenigstens ein Bremspedalbetätigungssignal eingelesen, aus welchem ein Fahrerbremswunsch abgeleitet wird. Dieser wird ggf. achsindividuell und/oder radindividuell korrigiert und als Sollwert zur Einstellung der Bremskraft an den einzelnen Radbremsen im Rahmen von Regelkreisen herangezogen. Diese werden durch die Steuereinheiten RM1 bis RM4 realisiert, die entsprechende Ansteuersignale für die Leistungselektroniken LE1 bis LE4 zur Betätigung der Aktuatoren ausgeben. Dabei kann es sich um Bremskraft- oder Bremsmomentenregelkreise handeln.

Die aus Leistungseinheit (LE1 bis LE4) für den Aktuator, aus einer Haltebremse (HB1 bis HB4) und aus einer Steuereinheit (RM1 bis RM4) zur Signalverarbeitung und Regelung gebildeten Radeinheiten werden aus mindestens zwei Energiequellen (E1 und E2) gespeist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Hochstromverbraucher für eine Achse des Fahrzeugs oder für die Diagonale eine feste Verbindung aufweisen. So sind in dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels die Leistungseinheiten LE1 und LE2 mit der Energiequelle E1 fest verbunden, während die Leistungseinheiten LE3 und LE4 aus der Energiequelle E2 versorgt werden. Diese feste Verbindung mit den Energiequellen wird bei den Steuereinheiten nicht vorgenommen. Dort wird die Energie über das Zentralmodul Z geschaltet. Dieses enthält für jedes mit Energie zu versorgende Element ein Schaltelement und ist selbst mit beiden Energiequellen E1 und E2 verbunden. Das Zentralmodul schaltet die Energie für jede Steuereinheit individuell ein und aus und/oder weist die Möglichkeit auf, die Energiequelle für jede Steuereinheit von der einen Energiequelle zur anderen umzuschalten. Dies wird in einem in dem Zentralmodul Z enthaltenen Rechnelement koordiniert. Durch die Umschaltmöglichkeit ist die Energieversorgung der Steuereinheiten redundant ausgelegt. Wird erkannt, daß beispielsweise die Energiequelle E1 ausgefallen ist, so führt das Rechnelement im Zentralmodul Z Umschaltvorgänge durch, welche die bisher aus der Energiequelle E1 versorgten Steuerelemente zur Energiequelle E2 schalten.

Die Energieversorgung der Steuereinheiten erfolgt dabei über Energieleitungen 34 bis 40, die vom Zentralmodul Z zu der jeweiligen Steuereinheit RM1 bis RM4 führen.

Die Haltebremsen HB1 bis HB4 werden über die Energieleitungen 18 bis 32 redundant mit Energie aus den Steuereinheiten versorgt, da sie einen geringeren Strom benötigen.

Besonders vorteilhaft ist, daß die Rechneinheit des Zentralmoduls Z nicht nur im Fehlerfall Energiequellen umschaltet, sondern die Energieversorgung für jede Steuereinheit individuell ein- und ausschaltet. Dadurch ist es ermöglicht, spezielle Ein- und/oder Ausschaltstrategien der einzelnen Steuereinheiten bzw. des Gesamtsystems zu realisieren. So wird in einem Ausführungsbeispiel beispielsweise eine zeitsynchrone, kontrollierte Zuschaltung der Steuereinheiten bei Einschalten des Gesamtsystems durch die zentrale

Einheit Z realisiert, in dem beispielsweise alle Steuereinheiten gleichzeitig mit dem vorgesehenen Bordnetz zugeschaltet werden. Entsprechendes gilt beim Ausschalten. Hier wird vorzugsweise die Abschaltung der Energie für die Steuereinheiten verzögert, bis diese wesentliche Arbeitsschritte beendet und/oder wesentliche Daten gesichert haben (Nachlauf). Ein Abschalten einzelnen Steuereinheit im Fehlerfall wird ebenfalls von dem Zentralmodul Z vorgenommen.

Ein zweites Ausführungsbeispiel ist in Fig. 2 dargestellt. Dabei werden die bereits in Fig. 1 beschriebenen Elemente und Leitungen mit den gleichen Bezeichnungen dargestellt. Sie erfüllen auch die dort dargestellte Funktion. Die Leistungseinheiten LE1 bis LE4 und die Haltebremsen HB1 bis HB4 sind entsprechend der Ausführung von Fig. 1 mit Energie versorgt. Wesentlicher Unterschied zum Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist, daß mindestens zwei Energiequellen E1 und E2 direkt mit jeder Steuereinheit RM1 bis RM4 verbunden sind. In jeder Steuereinheit sind Schaltelemente vorgesehen, die zur Energieversorgung die im Normalfall vorgesehene Energiequelle einschalten bzw. im Fehler auf eine andere Energiequelle umschalten. Die Funktionsweise dieser Schaltelemente entspricht für jede Steuereinheit der in Fig. 1 im zentralen Modul Z implementierten Mittel. Um die Steuereinheiten RM1 bis RM4 aus dem stromlosen Zustand einzuschalten, ist eine Information notwendig, welche den Einschaltvorgang in jeder Steuereinheit auslöst. Dieses Signal (Wecksignal) wird über die Leitungen 34 bis 40 von dem Zentralmodul bei Einschalten des Systems bereitgestellt. Über diese Leitungen wird in einem Ausführungsbeispiel die Energieversorgung der Steuereinheiten RM1 bis RM4 solange sichergestellt, bis die fest verbundenen Energiequellen die Energieversorgung der Steuereinheiten übernehmen. Bei Einschalten des Gesamtsystems schaltet somit das Zentralmodul Z nach einer entsprechenden Einschaltstrategie über die Leitungen 34 bis 40 die Steuereinheiten RM1 bis RM4 zu. Diese werden durch die Zuschaltung über die beabsichtigte Inbetriebnahme des Gesamtsystems informiert und wählen dann nach der in ihnen implementierten Strategie eine der Energiequellen E1 oder E2 aus. Durch entsprechende Schaltung wird dann die Energieversorgung der Steuereinheiten durch die ausgewählte Energiequelle vorgenommen, während die über die Leitungen 34 bis 40 zugeführte Energie vorzugsweise durch das Zentralmodul Z abgeschaltet wird. Im Fehlerfall der eine Steuereinheit versorgenden Energiequelle erfolgt bei Erkennen der Fehlfunktion ein Umschalten von dieser Energiequelle auf die andere. Dabei arbeitet jede Steuereinheit individuell für sich ohne Berücksichtigung der Vorgänge in anderen Steuereinheiten. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, daß, wenn eine Steuereinheit eine Fehlfunktion einer Energiequelle erkennt, diese Information über das Kommunikationssystem K1 den anderen Steuereinheiten zur Verfügung gestellt wird, die dann Maßnahmen zur Überprüfung einleiten und/oder eine Umschaltung vornehmen.

#### Patentansprüche

1. Elektrisch gesteuertes, dezentrales Steuersystem in einem Fahrzeug, welches über wenigstens eine Steuereinheit (RM1 bis RM4) verfügt, die dezentral angeordnet sind, wobei wenigstens zwei voneinander unabhängige Energiequellen (E1, E2) vorgesehen sind, von denen wenigstens eine die wenigstens eine Steuereinheit mit Energie versorgt, wobei der wenigstens einen Steuereinheit wenigstens ein Hochstromverbraucher (LE1 bis LE4) zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der wenigstens eine Hochstromverbraucher einer der

Energiequellen fest zugeordnet ist, während die wenigstens eine Steuereinheit schaltbar mit einer der wenigstens zwei Energiequellen verbindbar ist.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der Steuereinheiten mit beiden Energiequellen fest verbunden ist.

3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß diese Steuereinheit Schaltelemente enthält, mit deren Hilfe die Energieversorgung der Steuereinheit aus wenigstens einer der Energiequellen aktiviert wird und/oder zwischen den beiden Energiequellen umgeschaltet wird.

4. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Zentralmodul (Z) vorgesehen ist, welches mit den wenigstens zwei Energiequellen verbunden ist und welches die Energieversorgung zu wenigstens einer Steuereinheit schaltet.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul Schaltelemente enthält, mit deren Hilfe die wenigstens eine Steuereinheit mit wenigstens einer der Energiequellen verbindbar ist und/oder von der einen auf die andere Energiequelle umgeschaltet wird.

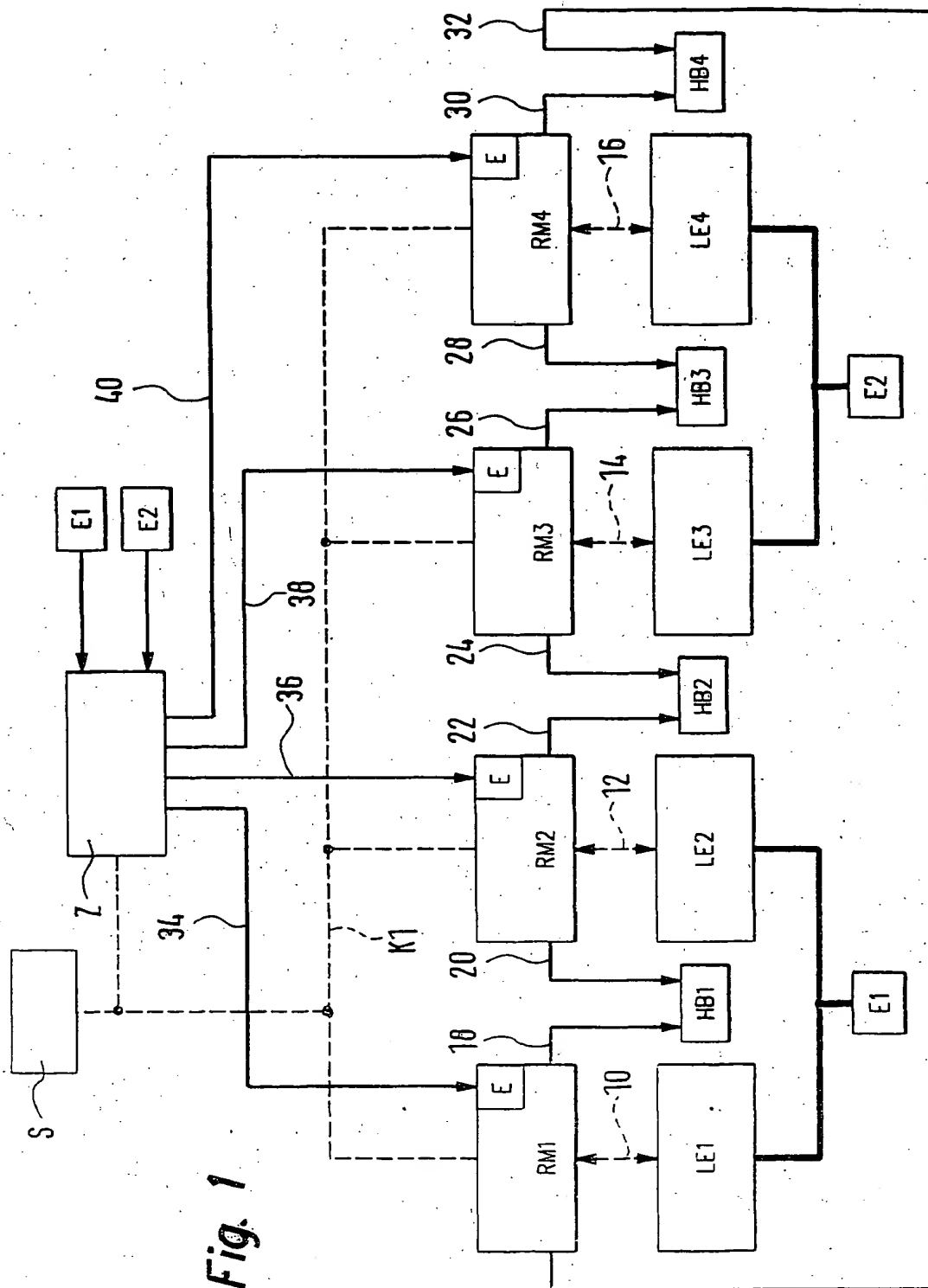
6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuersystem eine elektromotorische Bremsanlage ist, welche neben dem Bremsakuator eine elektrisch betätigbare Haltebremse aufweist, die aus der zugeordneten Steuereinheit und/oder wenigstens einer weiteren Steuereinheit mit Energie versorgt wird.

7. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei fester Verbindung wenigstens einer Steuereinheit zu beiden Energiequellen ferner eine Verbindung zum Zentralmodul besteht, über welches bei Inbetriebnahme des Gesamtsystems zunächst die Energieversorgung der wenigstens einen Steuereinheit durchgeführt wird.

8. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul die zugeordneten Steuereinheiten individuell mit den Energiequellen verbindet bzw. individuell von einer auf die andere Energiequelle umschaltet.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralmodul den Einschaltvorgang und/oder den Ausschaltvorgang der Steuereinheiten steuert und/oder eine fehlerhafte Steuereinheit von der Energieversorgung trennt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen



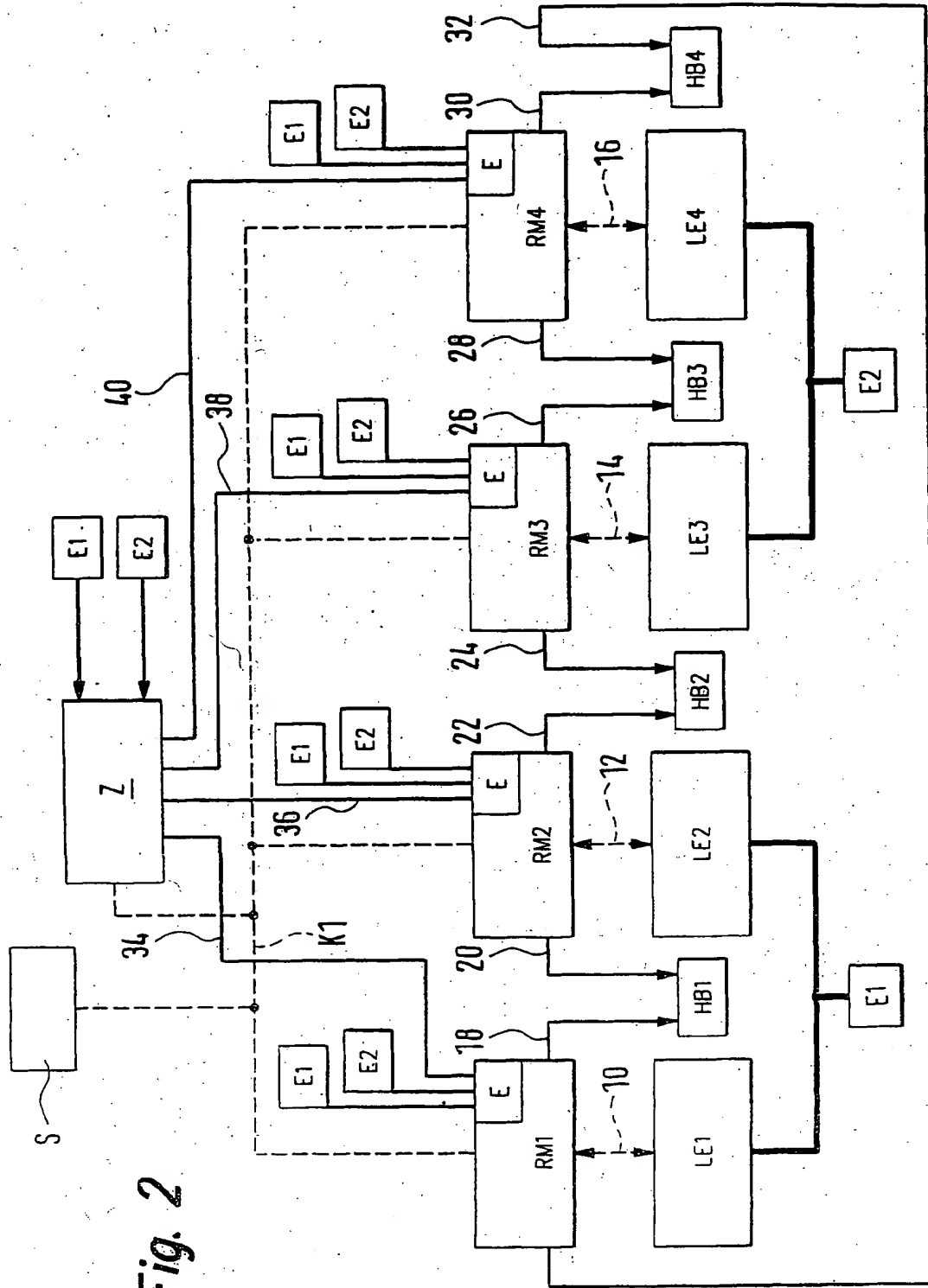


Fig. 2